

DOI: 10.19333/j.mfkj.2016120230204

腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱上浆问题研究

姚一军,王鸿儒

(陕西科技大学 轻工科学与工程学院 陕西 西安 710021)

摘要: 为寻找一种适合于腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱上浆的浆料配方,以醋酸酯淀粉、聚丙烯酰胺、聚乙烯醇为原料设计了2种浆料配方,测试了浆料的浆液、浆膜和浆纱性能,对比分析了2种配方浆料的上浆率、混纺纱浆纱后的增强率、减伸率、增磨率及毛羽降低率等性能指标。结果表明,当浆料配方为聚乙烯醇1799、聚丙烯酰胺、醋酸酯淀粉、蜡片的占比分别为10%、30%、55%、5%时,更适于腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱上浆,其浆膜的综合性能较好,浆液黏度及黏度热稳定性优异,浆纱各项性能均较佳。

关键词: 断裂强力; 浆液黏度; 浆纱性能; 上浆率

中图分类号: TS 103.846 文献标志码: A

Study on sizing matters of acrylic/copper ammonia fiber/wool blended yarns

YAO Yijun, WANG Hongru

(College of Bioresources Chemical and Materials Engineering, Shaanxi University of Science and Technology, Xi'an, Shaanxi 710021, China)

Abstract: In order to find a suitable sizing formula for copper ammonia fiber/wool/acrylic blended yarns, two kinds of sizing formulas were designed by using acetate starch, polyacrylamide and PVA. We tested properties of size, size film and sized yarn, and conducted a contrastive analysis on sizing percentage, enhancement rate, reducing elongation rate, increased grinding rate, hairiness decreasing rate and other performance indicators between two formulas after sizing process. The results showed that it was suitable for sizing of copper ammonia fiber/wool/acrylic blended yarns when sizing formulas of PVA1799, polyacrylamide, starch acetate and wax represent respective percentage of 10%, 30%, 55% and 5%. Therefore, we achieved better size film with comprehensive properties, excellent sizing viscosity and thermal stability, and best sizing properties.

Keywords: breaking strength; sizing viscosity; sized yarn property; sizing percentage

铜氨纤维是一种再生纤维素纤维,它是将棉短绒等天然纤维素原料在氢氧化铜或碱性铜盐的浓氨溶液中溶解得到的一类再生纤维,具有手感柔软、光泽柔和、悬垂性佳等优良特性^[1];羊毛纤维是天然蛋白质纤维,结构中包含了大量的酰胺基(—CONH₂),具有吸湿性高、保暖性好等特性^[2];聚丙烯腈纤维(PAN)是以丙烯腈、丙烯酸甲酯、甲基丙烯酸甲酯等单体合成的一类高分子化合物,简称腈纶纤维,有“合成羊毛”的美称^[3],且防霉防蛀效果好,聚丙烯腈纤维可与天然纤维(如羊毛、棉等)

混纺成纱线,可用于地毯等室内用品,产品适应性强,市场前景广阔^[4],但腈纶/铜氨纤维/羊毛纱在混纺过程中易出现毛羽多、抱合力差等问题^[5-7],纤维间易相对滑移,影响了混纺纱的强力,导致织造时断头增多^[8]。对腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱上浆可以增强混纺纱的强力、贴伏毛羽,提高织造效率。本文针对3种纤维的分子结构特性,选择了合理的浆料配方及浆纱工艺,通过对浆液配方、浆膜和浆纱性能进行对比分析,获得了适合于腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱的上浆配方,实现了良好的上浆效果。

1 实验部分

1.1 材料及仪器

材料: 醋酸酯淀粉、聚丙烯酰胺、聚乙烯醇

收稿日期: 2016-12-20

第一作者简介: 姚一军 博士 主要从事纤维材料与化学方面的研究工作。通信作者: 王鸿儒 E-mail: 1287429928@qq.com.

(PVA)、蜡片、14.6 tex 腈纶/铜氨纤维/羊毛(70/20/10)混纺纱。

仪器:TY821型可调漏斗式黏度计(常州华纺纺织仪器有限公司)、电子HD021N单纱强力仪(江苏南通宏大集团)、Y731D型抱合力仪(常州纺织仪器厂)、YG171A型毛羽测试仪(太仓市大明光电仪器厂)、ASS3000型全自动单纱浆纱仪(天津市隆达机电科技发展有限公司)。

1.2 实验方法

1.2.1 浆液性能

浆液性能根据浆液黏度和浆液黏度热稳定性2个指标进行表征。浆液黏度及黏度热稳定性测试方法见参考文献[10],按式(1)、(2)计算黏度热稳定性:

$$\text{黏度波动率} = \frac{\max|\eta - \eta_1|}{\eta_1} \times 100\% \quad (1)$$

式中: η 为95℃保温1h的黏度值 s ; $\max|\eta - \eta_1|$ 为后5次黏度值的极差。

$$\text{黏度热稳定性} = 100\% - \text{黏度波动率} \quad (2)$$

1.2.2 浆膜断裂强度

将浆膜裁成120 mm×5 mm的条状试样,放在已经调好温湿度的恒温恒湿箱(相对湿度65%,温度25℃)内平衡24 h,用HD021N型电子单纱强力仪测试其断裂强力和断裂伸长率。试样夹持长度100 mm,拉伸速度100 mm/min,有效样本容量30。浆膜的断裂强度用式(3)计算:

$$\text{断裂强度} = \frac{\text{平均断裂强力}}{\text{平均厚度} \times 5\text{mm}} \quad (3)$$

1.2.3 浆膜水溶性

浆膜水溶速率直接影响着浆料的可退浆性,浆膜水溶性测试方法按文献[9]进行。

1.2.4 浆膜耐屈曲性

将浆膜裁成100 mm×5 mm条状试样,置于温度为25℃、相对湿度为65%标准环境状态下平衡24 h,在Y731D型抱合力仪上测试。实验条件为浆膜上端固定、下端加5 g砝码、摩擦件的往复行程为10 cm,使浆膜受约120°曲折角反复作用、运动频率为100次/min、当浆膜在折口处断裂时记录次数,有效样本容量30。

1.2.5 浆纱增强率及减伸率

试样在温度为25℃、相对湿度为65%条件下平衡24 h,在HD021N型电子单纱强力仪上测试浆纱断裂强力和断裂伸长率,有效样本容量30。实验条件为夹持长度500 mm,拉伸速度500 mm/min。浆纱增强率及减伸率用式(4)计算:

$$Z = \frac{P_j - P_s}{P_s} \times 100\% \quad (4)$$

式中: P_j 为浆纱断裂强力,cN; P_s 为原纱断裂强力,cN; Z 为浆纱增强率,%。

$$\varepsilon = \frac{L_s - L_j}{L_s} \times 100\% \quad (5)$$

式中: L_s 为原纱断裂伸长率,%; L_j 为浆纱断裂伸长率,%; ε 为浆纱减伸率,%。

1.2.6 浆纱毛羽降低率

用YG171A型毛羽测试仪测试纱线毛羽指数,毛羽长度设定为3 mm,每次测试纱线长度为1 m,纱线通过速度为30 m/min,有效样本容量30。纱线毛羽降低率按式(6)计算。

$$F = \frac{n_0 - n_1}{n_0} \times 100\% \quad (6)$$

式中: n_0 为原纱毛羽指数,根/m; n_1 为浆纱毛羽指数平均值,根/m; F 为纱线毛羽降低率,%。

1.2.7 浆纱耐磨性

将处理好的纱线试样在Y731D型抱合力仪上测试其耐磨性。实验条件:室温下试样所受静态张力为200 cN,磨片自压为240 g,摩擦行程80 mm,磨片空载往返速率为145次/min,有效样本容量30。

1.2.8 浆纱上浆率

用浆纱退浆率表示浆纱上浆率的大小。采用氢氧化钠退浆法^[9],将已经烘干的试样放入氢氧化钠溶液(按每克样纱30~40 mL比例配制)中,煮沸10 min后用清水漂洗纱样,洗净为止。由于浆纱在退浆时,纱线表面的部分纤维会脱落,因此在计算退浆率时,必须考虑浆纱在退浆时的毛羽损失率。浆纱退浆率按式(7)计算:

$$S = \frac{W_0 - \frac{W_1}{1-\beta}}{W_1} \times 100\% \quad (7)$$

式中: W_0 为浆纱退浆前干质量,g; W_1 为浆纱退浆后干质量,g; β 为毛羽损失率,%; S 为退浆率,%。

2 结果与讨论

2.1 浆料的选用

目前纺织企业使用的浆料由黏合剂(聚乙烯醇、聚丙烯酸类浆料及淀粉)和助剂(蜡片、抗静电剂等)组成。选用浆料时,必须注意黏合剂之间、黏合剂与纱线之间的相溶亲和性,黏合剂之间相溶性高,同时与纱线的亲附性好,才会增强纱线抱合力,改善浆纱性能。

根据腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱的特性,拟选用醋酸酯淀粉作为主浆料,加入适量的聚丙烯酰胺及蜡片来增强混纺浆纱的拉伸强度及浆料与混纺纱

的黏合牢度。醋酸酯淀粉分子中含有大量的非极性基团醋酸根($\text{CH}_3\text{COO}-$),对含有酯基的疏水性纤维腈纶有较好的黏着性;聚丙烯酰胺浆料的分子结构中存在着极性基团酰胺基($-\text{CONH}_2$),这正与羊毛纤维中的酰胺基相似,它们之间具备了“相似相溶”的基本条件;浆液中加入蜡片可降低纱线的摩擦因数,提高纱线耐磨性。实验用浆料配方如表1所示。

表1 浆料配方

浆料配方	聚乙烯醇 1799	聚丙烯酰胺	醋酸酯淀粉	蜡片
1#	25	10	60	5
2#	10	30	55	5

2.2 浆液黏度及黏度热稳定性

表2为浆液黏度及浆液黏度热稳定性测试结果。

表2 浆液黏度热稳定性

浆料配方	黏度/s	黏度热稳定性/%
1#	6.37	92.6
2#	5.85	94.4

黏度反映浆液的流动性,用来评价浆液对经纱的渗透程度;黏度热稳定性体现了经纱上浆过程中的黏度变化情况,影响着经纱上浆率的均匀性。2种浆料配方的黏度热稳定性均在90%以上,都可以保证经纱获得理想的上浆率,但降低聚乙烯醇和醋酸酯淀粉的量(2#浆料配方),浆料配方浆液出现

表4 浆膜的水溶速率

浆料配方	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	平均值
1#	1.79	2.29	2.20	1.84	2.03	1.98	2.14	2.23	1.87	1.95	2.03
2#	1.34	1.14	0.89	1.01	1.23	1.15	0.99	1.07	1.29	1.14	1.13

2.3.3 耐屈曲性

浆膜的耐屈曲性直接影响着浆纱的抗疲劳性,反映了纱线的柔韧程度。分别测试了2种浆料配方浆膜的耐屈曲性能,发现含少量聚乙烯醇的2#浆料配方浆膜呈现出较高的耐屈曲性,耐屈曲性越大,对经纱保护效果越好。

2.4 浆纱性能

2.4.1 浆纱工艺

在ASS3000型全自动单纱浆纱仪上对14.6 tex 腈纶/铜氨纤维/羊毛(70/20/10)混纺纱线进行了上浆实验,上浆工艺见表5。

2.4.2 浆纱质量

表6为2种浆料配方对14.6 tex 腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱上浆后浆纱性能对比。纱线上浆后,

较低的黏度值,这更有利于经纱的浸透性,赋予浆纱足够的黏附力。

2.3 浆膜性能

2.3.1 浆膜的拉伸性能

表3为2种浆料配方浆膜性能对比。浆膜的断裂强度反映了浆料的内聚力大小,浆膜的断裂伸长率则在一定程度上体现了浆膜的塑性和柔韧性。聚乙烯醇含量少,聚丙烯酰胺量增加(2#浆料配方),浆膜表现出了较高的断裂强度和断裂伸长率,这可能是由于聚丙烯酰胺提高了浆膜的吸湿性,在降低浆料分子间作用力的同时,也避免了应力集中的影响,进而可以保证浆纱织造时的拉伸强力,这一结果也说明了各浆料黏合剂之间、黏合剂与助剂之间热力学相容性好,这都有利于提高织机织造效率。

表3 浆膜的拉伸性能

浆料配方	回潮率/%	断裂强度/cN	断裂伸长率/%	平均厚度/mm	断裂强度/(cN·mm ⁻²)
1#	4.6	154.7	1.63	0.080	386.75
2#	5.9	170.5	2.61	0.079	431.65

2.3.2 浆膜的水溶性

表4为2种浆料配方浆膜水溶速率测试结果。浆膜的水溶速率表示浆膜在水中溶断所需的时间,水溶速率越短,越有利于退浆。含少量聚乙烯醇的2#浆料配方浆膜水溶时间仅为1.13 s,这可能是由于配方中聚乙烯醇含量低的缘故。

表5 上浆工艺

浆料配方	浆液浓度/%	浆槽温度/℃	浆液黏度/s	浆液pH值
1#	10	80	7.8	7
2#	10	80	7.0	7

在增强、减伸、增磨、毛羽贴伏方面都有明显的改善,特别是聚丙烯酰胺高的2#配方浆纱在较低上浆率条件下,表现出比高含量的醋酸酯淀粉和聚乙烯醇混合浆料配方1#浆纱更高的断裂强度和浆纱耐磨性,这与浆膜性能测试实验结果一致,说明对腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱上浆,可以不用大量的聚乙烯醇,而采用醋酸酯淀粉作为主浆料,配入适量的聚丙烯酰胺及少量聚乙烯醇来满足上浆效果。

表6 2种浆料浆纱后纱线性能测试

纱线	上浆率/ %	断裂强力/ cN	增强率/ %	断裂伸长率/ %	减伸率/ %	耐磨次数	增磨率/ %	毛羽降低率/ %
原纱	—	193	—	10.42	—	35	—	—
1#浆纱	13.2	247	28.0	9.81	5.85	235	571.4	90.7
2#浆纱	10.1	280	45.1	9.53	8.54	270	671.4	89.8

图1示出腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱上浆前后纱线的纵向形态。腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱原纱结构疏松,上浆纱的纤维集束性明显改善,毛羽贴伏效果好。

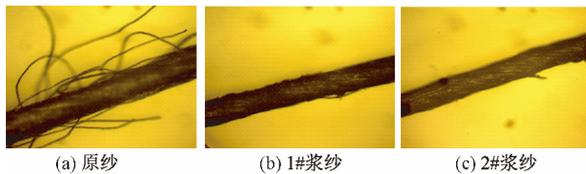


图1 腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱纵向形态

3 结论

通过对比2种配方的浆液、浆膜性能,并对14.6 tex 腈纶/铜氨纤维/羊毛(70/20/10)混纺纱进行上浆实践,得出腈纶/铜氨纤维/羊毛混纺纱上浆的最佳浆料配方为:聚乙烯醇1799配比10%,聚丙烯酰胺30%,醋酸酯淀粉55%,蜡片5%。该浆料配方浆液黏度低,黏度热稳定性好;浆膜呈现出高的断裂强度和耐屈曲性,水溶速率快;对14.6 tex 腈纶/铜氨纤维/羊毛(70/20/10)混纺纱上浆后,在上浆率较低的情况下,浆纱增强、减伸、增磨效果明显,纤维集束性好。

参考文献:

- [1] 刘晓妹,李红霞.铜氨纤维及其应用[J].毛纺科技,2015,43(3):59-62.
- [2] 陈莉,张菲,尚瑞云.丝胶复配浆料用于毛纱上浆的研究[J].毛纺科技,2013,41(7):11-14.
- [3] 刘行燕,王跃存.腈纶空调纤维织物产品设计与织造工艺研究[J].轻纺工业与技术,2013,(6):17-20.
- [4] 姚穆.纺织材料学[M].4版.北京:中国纺织出版社,2015:145-148.
- [5] 王婧,王雪燕,韩慧民.一种明胶蛋白类毛用浆料的合成[J].毛纺科技,2016,44(2):56-60.
- [6] 阴建华,刘智,姚桂芬.精纺毛纱上浆配方的优化设计[J].毛纺科技,2010,38(9):22-25.
- [7] 范尧明.基于紧密纺纱技术的毛/涤/天丝产品质量控制[J].毛纺科技,2015,43(6):23-27.
- [8] 王恒刚.9.8tex铜氨纤维色织面料的生产实践[J].现代纺织技术,2015,(3):55-56,61.
- [9] 金运星,武海良,沈艳琴,等.聚丙烯酸类浆料对淀粉浆料性能的影响[J].上海纺织科技,2016,44(4):7-9.
- [10] 谷文静,武海良,沈艳琴.比黏附力法测试浆液黏附力的方法[J].西安工程大学学报,2012,(5):568-570.